JAXA's

［ジャクサス］March 2015
宇宙航空研究開発機構機関誌
No.060

特集
未来の航空機

JAXA航空本部長　　航空アナリスト
対談 中橋和博×杉浦一機
これからの航空機を考えてみよう

航空エンジン 過去から未来
未来の航空エンジンはどう変わる？

滑走路のいらない夢の航空機
次世代VTOL機技術の可能性を探る

実際に飛んで、技術を実証する
JAXAの実験用航空機

宇宙飛行士の健康を守り、
その成果を地上でも役立てたい

地球の水や生命の謎に挑む
「はやぶさ2」ミッション

消耗品ゼロで高効率にリサイクル
将来の有人探査に向けた
新たな水再生システム

宇宙航空研究開発機構機関誌

INTRODUCTION

本号は、航空分野の中でも未来の航空機に関する研究を中心にお届けします。表紙は、未来の超音速旅客機のイメージ画像です。巻頭の対談では、中橋和博航空本部長と航空アナリストの杉浦一機氏が、これからの航空機について語り合いました。また、JAXAが目指す低燃費で環境に配慮した航空エンジンや、滑走路を必要としないVTOL(垂直離着陸)機技術の研究を取り上げ、航空機の未来像に迫ります。グラビアページではJAXAが所有している実験用航空機MuPAL-αと実験用ヘリコプターを紹介しています。

今年の5月には油井亀美也宇宙飛行士の国際宇宙ステーション滞在を予定しています。宇宙での長期滞在が人間に与える影響や最近の研究について、宇宙医学生物学研究室長の古川聡宇宙飛行士に聞きました。将来の有人探査も見据えた新たな「水再生システム」の研究も進んでいます。

昨年12月3日に打ち上げられた「はやぶさ2」は順調に飛行を続けています。ミッションの科学的目標を、プロジェクトサイエンティストの渡邊誠一郎教授に聞きました。

JAXA'sでは、
JAXAが取り組む3つの分野での活動を
ご紹介しています。
1 安心・安全な社会を目指す「安全保障・防災」
2 宇宙技術を通して日本の産業に貢献する「産業振興」
3 宇宙の謎や人類の活動領域の拡大に挑む
「フロンティアへの挑戦」です。

安全保障 防災
産業振興
フロンティアへの挑戦

CONTENTS

3
対談
これからの航空機を考えてみよう
中橋和博 × 杉浦一機
JAXA航空本部長　航空アナリスト 首都大学東京 客員教授

6
航空エンジン 過去から未来
未来の航空エンジンはどう変わる?
西澤敏雄 航空本部 aFJRプロジェクトチーム プロジェクトマネージャ

8
滑走路のいらない夢の航空機
次世代VTOL機技術の可能性を探る
ヘリコプターの特徴を活かし、高速化を目指す次世代高速ヘリコプター
青山剛史 航空本部 機体システム研究グループ 回転翼機セクション セクションリーダ
小曳 昇 航空本部 機体システム研究グループ 回転翼機セクション 主任研究員
田辺安忠 航空本部 機体システム研究グループ 回転翼機セクション 主任研究員
垂直離着陸で、Door to Doorの移動を短縮する4発ティルト・ウィングVTOL機
村岡浩治 航空本部 機体システム研究グループ システム概念セクション 主任研究員

10
実際に飛んで、技術を実証するJAXAの実験用航空機

12
宇宙飛行士の健康を守り、その成果を地上でも役立てたい
古川 聡 宇宙飛行士 宇宙医学生物学研究室長

14
地球の水や生命の謎に挑む「はやぶさ2」ミッション
渡邊誠一郎 「はやぶさ2」プロジェクトサイエンティスト 名古屋大学大学院 環境学研究科 教授

16
消耗品ゼロで高効率にリサイクル
将来の有人探査に向けた新たな水再生システム
松村祐介 有人宇宙ミッション本部 有人宇宙技術センター 技術領域リーダ

18
地球で思ふ事 ＜宇宙飛行士の訓練＞
星出彰彦 宇宙飛行士

19
JAXA最前線

20
NEWS
油井亀美也宇宙飛行士 5月からISS長期滞在へ

表紙画像:小型静粛超音速旅客機(イメージ)

これからの航空機を考えてみよう

「国民の方をわくわくさせるようなこともしていきたいです」

「時代は転換期、革新的な技術が望まれていると思います」

対談

中橋和博 JAXA航空本部長

杉浦一機 航空アナリスト

航空機はすでに私たちの経済活動や社会生活において欠かせない重要な社会基盤の1つになっています。今後も需要の拡大が見込まれ、世界的競争が激しくなっていくと予想される航空機産業の将来は？　そして必要な技術とは？　長年航空機技術の研究に携わってきた中橋和博航空本部長と、航空機の利用者の立場にたって航空輸送を考えてこられた航空アナリストの杉浦一機氏が、これからの航空機について語り合いました。　構成：寺門和夫（科学ジャーナリスト）

ついにロールアウトしたMRJ

杉浦　日本の航空技術は素晴らしいものを持っていますが、終戦から1952年まで、航空機の研究ができなかったという空白期間があるためか、今でも欧米の下請け的なイメージで見られがちで、とても残念な思いをしています。JAXAをはじめ、いろいろなところで先進的な研究がされているのですが。

中橋　ジェット機が出てきた頃に、航空関係の研究ができなかったことが大きかったですね。しかし、今ではMRJという新しいリージョナルジェット旅客機が飛ぼうとしています。日本もやっとここまで来たかと思っているところです。

杉浦　三菱航空機さんはMRJという初めての国産ジェット旅客機を造っていますが、JAXAもMRJの開発にはずいぶん貢献していると聞いています。

中橋　日本の航空機産業は、これまで機体の一部分を製造するのがメインでしたが、JAXAでは航空宇宙技術研究所（NAL）の時代から、国産旅客機ができる日を目指して、数値流体力学とか複合材とか、いろいろな研究をしてきたのです。MRJの開発では風洞などの施設を使っていただきました。こうした大きな施設は国内ではJAXAしか持っていませんし、その計測技術も不可欠ですから。MRJはこれから、「型式証明」を取らなくてはいけません。型式証明とは、その機体が安全性や環境適合性の基準を満たしていることを証明するものです。そしてその型式証明の発行が円滑に行われるように、発行する国土交通省さんへもJAXAは協力しています。

航空機の騒音は大きな問題

杉浦　この30年間、航空機はとても便利になって、多くの人が使いたいと思っていますが、一方で、騒音の問題があって、空港が迷惑施設のようになってしまっています。アメリカのアトランタなどでは、都市の真ん中に大きな空港があり、滑走路を増やす工事が始まっても、大きな反対運動は起きなかった。むしろ、空港が都市の経済発展に貢献していることがよく理解されています。しかし、日本では騒音のために、空港がどんどん遠いところに行ってしまう。航空機の騒音が小さくなれば、利用者も、地元の方も、お互いにハッピーだと思うのです。

中橋　その通りで、航空機の騒音を抑えなければいけません。エンジンを静かにする研究もしていますが、この1月にスタートしたのは、機体の騒音を減らす「FQUROH（フクロウ）」というプロジェクトです。離陸時はエンジンが主な騒音源ですが、エンジンの出力を抑えている着陸時には、高揚力装置のフラップ・スラットといわれる部分や、降着装置の脚（車輪）から大きな騒音が出ることが分かっており、そこの騒音を下げる研究をしています。機体のどの箇所から騒音が出ているのかを正確に計測する技術も、JAXAの実験用ジェット機「飛翔」を使って試験しています。将来の旅客機で使ってもらえる技術として研究開発しています。

開発中のMRJ（イメージ）（三菱航空機株式会社 提供）

「飛翔」を使用した騒音源計測試験の様子。滑走路に195本のマイクロフォンを配置し、その上を飛ぶ「飛翔」のフラップや脚から発生している騒音を測定した

杉浦　そうですか。期待したいと思います。それから、ヘリコプターの騒音もうるさいですね。無音のヘリコプターとか、無音の航空機ができれば、都心に空港を作ることもできますし、空港のあり方はずいぶん変わってくるのではないでしょうか。

中橋　おっしゃる通りです。ヘリコプターの話ですけれども、JAXAではローターブレード（回転翼）の先端の形状を少し変えたり、ブレードに特別なフラップをつけて騒音を下げる研究をしています。また、垂直に離着陸できるVTOL機も航空関係者にとっては最終目標の1つですが、実際に使われるためには、やはり騒音がネックです。騒音の解決に向けては、やらなければいけないことが、まだたくさんあります。

杉浦　これからの航空機の課題を語る時に、これまではどちらかというと、機体側からのアプローチ、機体の軽量化とか燃費の向上とかだったと思うんですね。これからは、利用者、乗客の目線で、乗り心地といった観点からもニーズをとらえていただければと思います。

静かな超音速旅客機への挑戦

杉浦　私は今、時代は転換期にあるのではないかと感じています。技術の改良は、だいたい行き着いた。革新的な技術が望まれていると思うのです。そうなると、1つは、超音速旅客機でしょう。これが実用化されれば、航空輸送は大きく変わります。

中橋　私も革新性という点で、超音速機は非常に大事だと思っています。JAXAとしてもその研究をかなり長くやってきています。アメリカやヨーロッパへ行くのに、今は十数時間乗らなければいけませんが、これが半分以下の時間で行けるとなれば、需要は十分あります。ただし、開発費がたくさんかかるので、一国ではできない。世界で一緒に開発する形になっていくでしょう。その時日本としては機体の製造だけでなく、設計にも参加したい。

中橋和博
NAKAHASHI Kazuhiro
航空本部長

杉浦一機
SUGIURA Kazuki
航空アナリスト。
首都大学東京 客員教授。
長年にわたって日本の航空輸送や空港問題を取材してきた。利用者の立場からの評論に定評がある

その日のために、私たちは今、一生懸命研究しています。

杉浦　フランスとイギリスが開発した超音速旅客機コンコルドがうまくいかなかったのは、燃料消費の多さと、超音速で飛ぶ時に発生するソニックブーム（衝撃波）が地上に騒音などの被害を与える問題を解決できなかったからです。欧米では250人とか200人乗りの超音速機を研究してきましたが、技術的な壁をなかなか打ち破られないでいます。JAXAでは小型の超音速機を考えているようですね。

中橋　経済性を考えると大きな超音速旅客機が理想ですが、ソニックブームはかなり難しい問題で、特に機体が大きくなるほど難しくなる。今の技術でソニックブームを許容できる範囲内に収めようとすると、まずは50人乗りぐらいがちょうどいいのではないかと考えています。国際的にもそういう方向に動きつつあると思います。

杉浦　ソニックブームがひどいため、コンコルドは陸地の上空では超音速飛行を禁止されていた地域もありました。JAXAではどういう方法でソニックブームを減らそうとしていますか。

中橋　コンコルドの4分の1以下のレベルを考えています。ソニックブームを減らすJAXAの技術は、今世界一でしょう。機体の先端部や後部の形を最適化することによって、地面に伝わる衝撃波をできるだけ少なくしようとしています。

杉浦　最近の旅客機では、ビジネスクラスに乗ればだいたい満足できるので、ファーストクラスのサービスはあまり意味がなくなっています。しかし、小型の超音速旅客機で好きな時間に飛べる、あるいは短い時間で快適に飛べれば、これからの航空輸送サービスとして、非常に大きな価値になるのではないかと思います。

JAXAが飛行実証した電動推進システム

さらに未来の航空機とは？

杉浦　未来の航空機に関して、最近の話題にはどんなものがありますか。

中橋　モーターで飛ばす電動航空機は世界的にも注目されています。それから最近は水素社会の実現に向けての動きが顕著です。水素を燃料にした燃料電池の航空機やハイブリッド推進も考えてみようと思っています。

これからの**航空機**を考えてみよう

JAXAが研究している小型静粛超音速旅客機（イメージ）

杉浦　未来の航空機を考える時、私はもっと簡単に操縦や無人操縦ができないかと思うんです。そうすれば、航空機は今よりずっと便利な乗り物になると思います。

中橋　今、パイロット不足が深刻になっていて、それを解決するためにシングルパイロットも議論されてきています。それを実現するには、パイロットに何かあった時のために無人操縦もできるようにしなくてはなりません。私たちはこうした問題も検討しています。

杉浦　それが実現すると、航空会社の負担も非常に減りますし、運賃も下がってくるでしょうね。

中橋　今、さまざまな装置やセンサーをインターネットでつなぐIoT（Internet of Things）が話題になっていますが、その技術などを使えば、エンジンや機体の状況なども地上で分かるようになってきます。シングルパイロットや無人操縦も不可能ではないでしょう。そのためにも今、無人航空機も含めた自動操縦関係の技術を高めておかないといけないですね。ところで、杉浦さんから見たJAXAに対する期待というか、注文を教えてください。

杉浦　やはり今の日本では、国全体として科学技術に対する関心を高めることが大事ではないかと思っているのです。JAXAでは多様な研究開発をされているわけですから、若者が関心を持つようなことをいろいろしてほしいですね。

中橋　ありがとうございます。私たちは国の研究機関ですので、国や産業に役立つことを主体にやっていかなければいけません。一方で、若い人たちに科学技術に興味を持ってもらうのも非常に大事な役目と思っています。国民の方をわくわくさせるようなこともしていきたいです。

航空エンジン 過去から未来

未来の航空エンジンはどう変わる?

旅客機のジェットエンジンは、昔に比べて前面のファン部分が非常に大きくなっていることをご存知でしょうか。騒音もとても小さくなっています。燃費が良く、環境への影響にも配慮した航空エンジンが求められる中、JAXAが目指す航空エンジンとはどんなものなのか。そして未来のエンジンの姿とは。これから生み出される技術は、もしかすると未来の空を飛ぶ飛行機の形を変えるかもしれません。

聞き手：水野寛之(サイエンスライター)

産業振興
安全保障 防災
フロンティアへの挑戦

西澤敏雄
NISHIZAWA Toshio
航空本部
aFJRプロジェクトチーム
プロジェクトマネージャ

今の旅客機用エンジンはターボファンエンジンが主流

20世紀前半までの飛行機には、主にピストン運動を回転運動に変えてプロペラを動かすレシプロエンジンが使われてきましたが、現在ではジェットエンジンが飛行機用エンジンの主流となっています。ジェットエンジンは、前方から吸い込んだ空気を圧縮し燃料を混ぜて燃焼させ、後方に噴流(ジェット)を噴き出すことで推力を得ます。

ジェットエンジンにも、プロペラを回転させるターボプロップエンジンや圧縮機を使わないラムジェットエンジンなど、いくつか種類がありますが、タービンの回転力で圧縮機を回す最も基本的な構造のものがターボジェットエンジンです。さらに旅客機などでは、ターボジェットエンジンにファンを追加したターボファンエンジンが今の主流になっています。ターボファンエンジンは、ターボジェットエンジンに比べて速度は落ちますが、燃費が良く、騒音が低いことから広く利用されています。

JAXAでは、40年ほど前の航空宇宙技術研究所(NAL)時代に、実験用のターボファンエンジン「FJR710」を開発しています。FJR710は短距離離着陸(STOL)実験機「飛鳥」に搭載されるなど、実証試験でも高い性能を示しました。その性能が認められ、FJR710の開発によって確立した要素技術は国際共同開発の「V2500」エンジンに採用され、高い評価を受けています。

FJR710エンジン
実験用ターボファンエンジンとして開発された。研究開発を通じて培われた要素技術は、現在も活用されている

高バイパス比を実現する技術が飛行機を変える

近年の航空機エンジンは、燃費などの経済性が良く、騒音が小さいものが求められているため、年々バイパス比が大きくなる傾向にあります。バイパス比とは、コアエンジン(圧縮・燃焼を行う中核部分)を通過せず(燃焼せず)

にエンジンを通る空気の量と、コアエンジン内で燃焼する空気量との比率で、バイパス比が高いほどエンジンの効率が上がって燃費が向上し、騒音も低くすることができます。現在、主に使用されている旅客機用ジェットエンジンは、このバイパス比が8前後です。次世代のエンジンはバイパス比が13以上となると予想されていますが、JAXAでは超高バイパス比ターボファンエンジンに対応できる技術として、「高効率軽量ファン・タービン技術実証（aFJR）プロジェクト」を進めています。

エンジン構造
ターボファンエンジンの構造。コアエンジンに対してファンを大きくすることで、バイパス比を高くできる

同プロジェクトの西澤敏雄プロジェクトマネージャは、「バイパス比を高めるには、コアエンジンに対して通過する空気の量を増やせばいいのですが、そうすると全体も重くなって、エンジンを支える構造も強くしなければならず、航空機が重くなって、かえって燃費が悪くなってしまいます。超高バイパス比エンジンを実現するためには、エンジンを構成する部品を軽くする必要があります。aFJRプロジェクトでは、ファンと低圧タービンの軽量化を目指しています」と、説明します。

aFJRプロジェクトでは、ファン部分を通過する空気の流れを滑らかにするため、ファンに使われる翼型部品（ファンブレード）の形状を最適化する検討や、重量を軽くするためにファンの材質を金属からCFRP（炭素繊維強化プラスチック）などの複合材へ変更することを考えています。CFRP製のファンはすでに実用化されていますが、さらに軽くするため、JAXAではファンブレードの中を中空構造にするなどの新しいアイデアを持ち込むことも検討しています。また、ファンを取り囲むカバーに配置されている吸音ライナーと呼ばれる吸音材は、アルミニウムからより軽量な樹脂へ材料の変更を検討するほか、ファンから出る騒音を抑える新しい形状も研究対象となっています。

ファンが大きくなれば、ファンを回す低圧タービンの段数も増えるため、低圧タービン自体も重くなってしまいます。ファンの軽量化と同時にタービンも軽くするために、軽量で耐熱性と靱性（ねばり強さ）に優れたCMC（セラミック基複合材料）を使った低圧タービンの開発を行っています。

革新形態航空機（イメージ）
現在検討中のハイブリッド推進システムを搭載した航空機のイメージ図

さらにその先のエンジンの姿とは

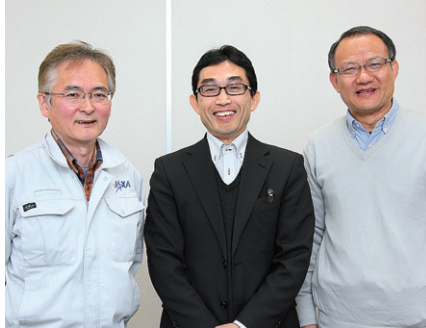
ターボファンエンジンの高バイパス比化はどこまで進むのでしょうか。今の航空機は主翼の下にエンジンがぶら下がった形が一般的ですから、そのまま大きくするだけではいずれエンジンが地面に接触してしまいます。主翼の上にエンジンを載せるアイデアもありますが、あまりに巨大なエンジンでは空気抵抗が大きくなって燃費が落ちてしまいます。

「バイパス比は空気量の比率なので、ファンを大きくするのではなく、1つのコアエンジンに対し複数の小さなファンに大量の空気を送り込むことでも高バイパス比を実現できます」（西澤）

燃料も今のような化石燃料ではなく、バイオ燃料や水素燃料を用いること、発電については燃料電池を組み合わせたハイブリッド推進なども考えられます。

「ファン自体も軸をモーターで回すのではなく、ファンの外周に配置したコイルを使って回すことで、軽量で効率の良い航空機用の電動ファンも可能です」（西澤）

ジェット旅客機が世に登場したのは60年前。その後、ターボファンエンジンが現れ、世代を重ね、航空エンジンは進化してきました。さらなる高性能で環境に優しいエンジンを目指して、近い将来、従来のエンジンの概念を覆す、革新的なエンジンが登場するかもしれません。

小曳 昇（左）
KOBIKI Noboru
航空本部
機体システム研究グループ
回転翼機セクション 主任研究員

青山剛史（中央）
AOYAMA Takashi
航空本部 機体システム研究グループ
回転翼機セクション セクションリーダ

田辺安忠（右）
TANABE Yasutada
航空本部 機体システム研究グループ
回転翼機セクション 主任研究員

JAXAが提案する次世代高速ヘリコプター（イメージ）

滑走路のいらない夢の航空機 次世代VTOL機技術の可能性を探る

滑走路が不要なことから、未来の都市型交通機関や平地が少ない場所での災害救援で活用できる航空機として、世界各国で垂直離着陸ができるさまざまな航空機が研究されています。

次世代のVTOL（垂直離着陸）機とはどのような姿なのでしょう。そして社会にどんな変革をもたらすのでしょうか。

聞き手：山村紳一郎（サイエンスライター）P.8／寺門和夫（科学ジャーナリスト）P.9

ヘリコプターの特徴を活かし、高速化を目指す次世代高速ヘリコプター

垂直離着陸できる航空機で、現在最もポピュラーなのは「ヘリコプター」です。ヘリコプターは垂直離着陸や空中でのホバリング（静止飛行）ができることから、特に国土が狭く島嶼（とうしょ）も多い日本では、近距離の旅客輸送から、捜索、人命救助、救急搬送などすでにさまざまな場で活躍しています。

しかし、今のヘリコプターにも課題があります。例えば全国に救急医療用のドクターヘリが配備されていますが、「速度が遅い」「航続距離が短い」ために、救命のカギといわれる15分以内に処置が可能なエリアは、日本全土の6割をカバーしているにすぎません。

「ドクターヘリの速度が2倍になれば、それぞれのヘリがカバーできる面積は4倍になります。ドクターヘリの拠点や配備数を増やさなくても、日本の約9割をその範囲に入れることができます」（青山）

「時速500㎞が実現できれば、日本の大部分に都内から2時間以内で行ける。災害や事故現場にすぐに行って必ず救済できるというのは、1つの大きな夢です」（田辺）

しかし、一般的に回転翼（機体上部で回転する翼）で揚力を発生させて飛行するヘリコプターでは、出せる速度に限界があります。

「ヘリコプターは、いわば立ち泳ぎなんです。普通の固定翼の飛行機はクロールのように推進することで浮きますが、ヘリコプターは回転翼で浮く力と抵抗に逆らって進む力を両方出さなくてはいけない」（小曳）

ヘリコプターは、高速になって前方から受ける気流が速くなると、回転翼をより速く回さなければならず、ある程度以上になると回転翼の翼端が音速を超えて衝撃波が発生し、抵抗が激増するため、出せる速度にどうしても限界があるのです。

JAXAで現在検討を進めている次世代高速ヘリコプターは、ヘリコプターとプロペラ機が合体したようなデザインで、機体後部の推進用プロペラで高速移動を可能にします。また左右の翼で揚力を得るとともに、その先端につく電動プロペラで補助的な推進力を得たり、回転翼のトルクを打ち消したりします（アンチトルク）。もちろん機体上部の回転翼で上昇・下降・ホバリングも可能で、従来型のヘリコプターの約2倍の速度を目標にしています。

ホバリング機能など従来のヘリコプターの優位性を最大限に活かしつつ、より高速を実現して高機能化し、活用範囲を拡大する次世代高速ヘリコプターが実現すれば、ヘリコプターの活躍の場はますます増えると期待されます。

VTOL / STOL

VTOL（Vertical Take-Off and Landing）機は、ヘリコプターのように垂直に離着陸が可能で、かつ通常のヘリコプターよりも高速で長距離を飛行できる航空機を指す。ヴイトール、あるいはヴィトールと読み、垂直離着陸という意味。一方、STOL（Short Take-Off and Landing）機は、短い距離でも離着陸が可能な航空機を指す。エストールと読み、短距離離着陸という意味。

JAXAが提案する4発ティルト・ウィングVTOL機（イメージ）

左:4発ティルト・ウィングVTOL小型技術実証機による飛行実験の様子
右:都心のビルからの離発着（イメージ）

垂直離着陸で、Door to Doorの移動を短縮する4発ティルト・ウィングVTOL機

高速で飛行できる固定翼機の特徴を活かしたまま垂直／短距離離着陸できるようにしたVTOL航空機の研究も進んでいます。例えばアメリカで開発された「V‐22オスプレイ」に代表される「ティルト・ローター」、ハリアーやF‐35Bなど軍用機に多くみられる「ベクタード・スラスト」などもVTOL機の一種です。JAXAでは、このうち「ティルト・ウィング」というVTOL技術に注目し、機体の前後に2枚の翼が配置され、それぞれの翼に2基ずつ、合計4つのエンジンを搭載した「QTW（クアッド・ティルト・ウィング）」を研究しています。

ティルト・ウィングとティルト・ローターは一見似ているように見えますが、ティルト・ローターはヘリコプターのようなローターが付いたエンジン部分のみを回転させて飛行します。一方、ティルト・ウィングは、エンジンとプロペラが付いた翼ごと角度を変えて飛行します。ヘリコプターやティルト・ローター機は、巨大な「ローター」の迎角などを細かく制御しながら回転させる必要がありますが、ティルト・ウィングはプロペラを回転させるだけなので、複雑な機構は必要ありません。JAXAのQTWは、4つのプロペラを制御して垂直離着陸し、巡航時は普通の固定翼機のように高速巡航ができます。さらに垂直離着陸だけではなく、超短距離でゆっくりと離陸することや、より多くの貨物を積むこともできます。

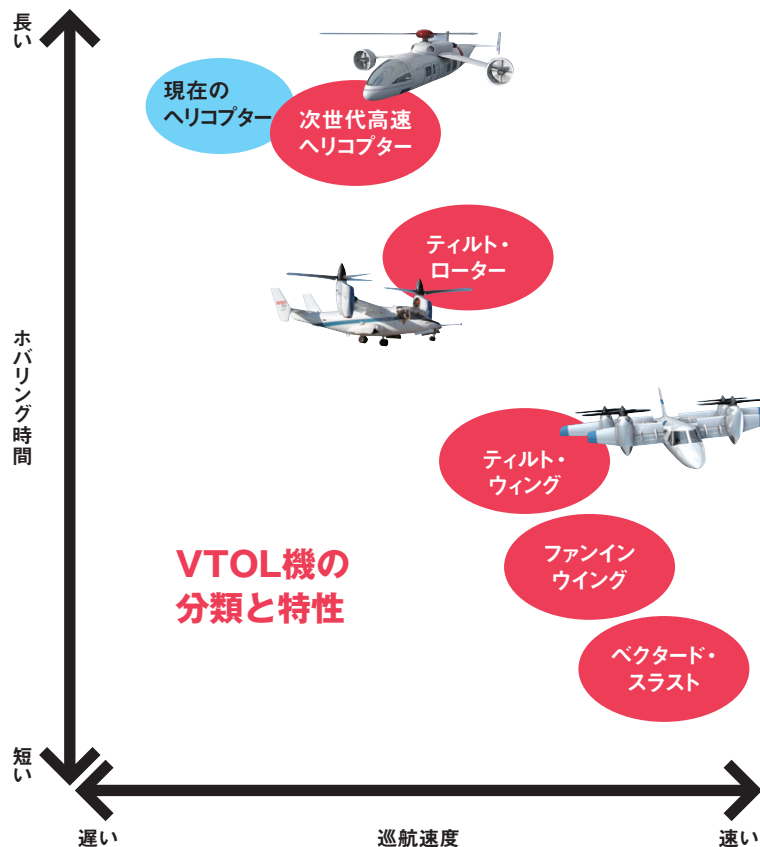
「ティルト・ウィングVTOL機は、過去にJAXAで行われたSTOL（短距離離着陸）機の研究開発の延長線上にあり、推進系と翼との組み合わせで高揚力を発生させつつ、さらに翼の角度を変化させてゆっくりと離着陸させるという発想です」（村岡）

JAXAではティルト・ウィングの機体設計や飛行特性などの研究を5年ほど前からスタートさせ、現在は9名程度（さらに将来は40名程度）の乗客を乗せて飛行するビジネス向けの旅客機の実現を目指しています。もし実用化されれば、大型航空機でハブ空港に着いた乗客が、ティルト・ウィングVTOL機に乗り換えてローカル空港やビルの屋上にあるヘリポートに着陸したり、高速道路のサービスエリアに降りてそこから車で移動するといったことが可能になり、交通システムは大きく変貌するでしょう。「Door to Door の輸送を行い、旅行時間を短縮することができます」（村岡）

現在、世界各国でさまざまなVTOL技術が研究されており、海外ではティルト・ローターの旅客機も検討されているそうです。私たちがVTOL航空機を日常的に利用できるようになるためには、技術的にも社会的にもクリアしなければならない課題はありますが、VTOL技術で航空機の活躍の場が増える未来は、そう遠くないかもしれません。

村岡浩治
MURAOKA Koji
航空本部
機体システム研究グループ
システム概念セクション
主任研究員

VTOL機の分類と特性

長い
ホバリング時間
短い
遅い
巡航速度
速い
現在のヘリコプター
次世代高速ヘリコプター
ティルト・ローター
ティルト・ウィング
ファンインウイング
ベクタード・スラスト

航空機の研究では、最終的に航空機を実際に飛ばして実証することが必要です。JAXAは実験用航空機として、ジェット機の「飛翔」、プロペラ機の「MuPAL-α」、実験用ヘリコプターを所有しています。
「飛翔」については、『JAXA's』の44号で紹介しました。
写真は、調布航空宇宙センター飛行場分室のハンガー内の実験用ヘリコプターとMuPAL-αです。ヘリコプターは狭い場所でも離着陸できるため、日本の国土事情に適しており、災害時の救援活動、患者の救急搬送などの場面で利用されています。ヘリコプターの利用拡大に向け、実験用ヘリコプターを使って、安全技術の研究開発を行っています。
MuPAL-αの注目すべき機能として、フライ・バイ・ワイヤ操縦装置を用いた「インフライト・シミュレーション機能」があります。別の航空機の飛行特性を模擬したり、あえて一部の舵が効かない故障時の状態などもつくり出すことが可能です。これにより新しい航空機の性能評価や故障時に対応する安全技術の評価などに威力を発揮しています。

証する

Research Aircraft "MuPAL-α"

実際に飛んで、技術を実
JAXAの実験用航空機

宇宙飛行士の健康を守り、その成果を地上でも役立てたい

今年は油井亀美也宇宙飛行士による国際宇宙ステーション（ISS）の長期滞在が行われます。人間が宇宙で長期間暮らすと、体にはさまざまな変化が起こります。

JAXAの宇宙医学生物学研究室では、宇宙に長期滞在する宇宙飛行士の健康を守る研究や、将来の月や火星探査に向けた研究を進めています。その成果は地上でも役立ちます。自身も長期滞在の経験を持つ研究室長の古川聡宇宙飛行士に、最近の研究について伺いました。

聞き手：寺門和夫（科学ジャーナリスト）

古川 聡
FURUKAWA Satoshi
宇宙飛行士
宇宙医学生物学研究室長

ISS長期滞在におけるJAXAの成果

――宇宙医学生物学研究室での仕事について、簡単に説明してください。

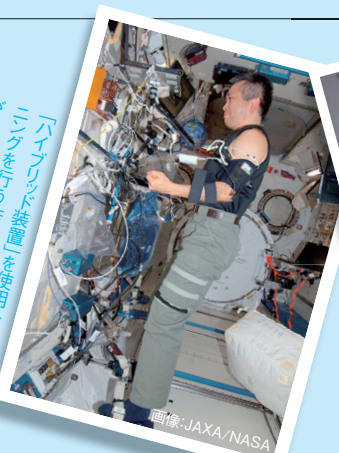
古川　大きく2つあります。1つ目は、現在行われている宇宙での医学や生物学の研究を着実に進めること。2つ目は、将来の月や火星などへの有人探査に向けた準備を進めることです。

――それでは、まず1つ目に関し、質問させていただきます。ISSでの長期滞在において、JAXAとしては最近どのような成果をあげていますか。

古川　ISSに長期滞在している宇宙飛行士の骨量低下を防ぐためにビスフォスフォネートという薬剤を服用する実験がありました。日本とアメリカの共同研究で、私自身も被験者になりました。実際に効果があるという結果が出て、学術誌に論文が発表されています。現在は運動と食事で骨量低下を防いでいますが、将来はそういった薬剤を予防的に使う可能性も十分あり得るのではないかと思います。今行っている実験としては、アメリカのスプリントがあります。これは短時間に瞬発的に運動を行って、高い運動効果を得ようというもので、JAXA宇宙飛行士も被験者になってまだデータを集めている途中ですが、良い成果が出るのではないかと思います。将来は日本発の運動法を作っていければと考えて、準備を進めているところです。ISSに置いてある日本のハイブリッドトレーニング装置は電気刺激で筋肉の運動を効果的に行うものです。これなどは、大型のトレーニング装置が載せられない将来の宇宙探査では有用な選択肢の1つになるのではないかと期待しております。

画像:JAXA/NASA

「ビスフォスフォネート」を服用して、微小重力環境下で起こる骨密度低下を防ぐ実験に参加する若田光一宇宙飛行士

画像:JAXA/NASA

「ハイブリッド装置」を使用して、トレーニングを行う若田宇宙飛行士。装置が小型で効率よく運動ができることから、将来の宇宙探査で有用な選択肢となるかもしれない

――古川さんが長期滞在を行った時に使ったJAXAの宇宙医学実験支援システムは、今もISSにありますか。

古川　はい。今はシステムの一部、例えば聴診器やUSBカメラなどを使いたいというリクエストがNASAなどから来ています。今後必要があれば、個別の器具を新しいものに入れ替えたりしたいですね。日本には市販でいいものがありますから。

――このシステムは将来の遠隔診断・

画像:JAXA/NASA

「スプリント実験」の一環で筋量の計測を行う星出彰彦宇宙飛行士。筋量変化の記録は、筋萎縮や骨量減少を最小限に抑える運動プログラムの開発に活かされる

遠隔医療に利用できるのではないでしょうか。

古川　その通りですね。いずれ、地球から遠く離れた場所で診断したり、場合によっては治療したりという流れになってきます。そういった時に、コンパクトで高性能なものを作るのが得意な日本の良さを活かせたらいいなと思っています。

——将来の有人宇宙探査に必要な研究への取り組みについて伺います。

古川　2014年1月に、各国の閣僚級が集まって将来の宇宙探査について話し合うISEF（国際宇宙探査フォーラム）が開かれました。次回は日本で開催されます。そうした中でJAXAとしても、より長期間宇宙に滞在する時に課題となる宇宙医学的な研究課題を見つけ、その解決に向けた研究を実施していくことが大事になってきます。

宇宙医学実験支援システムの技術を実証するために、地上の医師の問診を受ける軌道上の古川宇宙飛行士。軌道上で取得した医学実験データをカルテとして機能させ、健康状態のモニタと体調管理に役立てる

——ISSではアメリカ、ロシアの宇宙飛行士による1年間の長期滞在が始まりますね。

古川　ISSではこれまで一度に約6カ月までの長期滞在しか行われていません。これが1年間になった時、どのようなことが起こるのか、とても興味があります。

——宇宙滞在期間が延びた場合、一番問題になるのは何でしょうか。

古川　放射線だと思います。宇宙での放射線は地上の自然放射線の50倍とか100倍の強さがあります。ISSの軌道では地球の磁気圏に守られていますが、それを超えて外に出て行った時、より多くの放射線を浴びる可能性が高いです。それを物理的にどう遮蔽するか、あるいは食べ物や薬で、被ばく効果をどうやって修復するかなどが、これからの課題になります。JAXAの有人宇宙技術センターでは遮蔽の研究を行っています。私たちのところでは生物学的効果の方を詳しく調べたいと思います。例えば、抗酸化剤、ビタミンEとかC、あるいはポリフェノールとかお茶のカテキンなどが、被ばく効果を低減させる候補としてあがっていますが、決定的なものは見つかっていません。

——宇宙では免疫力が落ちるといわれていますが。

古川　その通りです。これも大きな問題です。免疫機能の研究はスペースシャトルなどでも行われていましたが、これを最新の次世代シーケンサー（DNAの解析装置）などを使って研究する計画です。腸内細菌が乱れて免疫が落ちていることもあるので、乳酸菌などによるプロバイオティクスによって改善しようという研究の準備が進んでいます。こちらは日本がだいぶ進んでいる分野です。

人類が長期間宇宙で過ごす時の健康を守る研究

——月や火星に行く場合、他にはどのような問題がありますか。

古川　月には地球の6分の1、火星には3分の1の重力があります。このくらい重力があった場合、体がどのような変化を示すのか興味深いですね。月面での滞在では、生体リズムがどうなるのかも研究しないといけません。人間の生体リズムは24時間と少しで刻まれていますが、月では昼が約15日間続き、次に夜が約15日間続きます。なかなか大変な生活だと思います。

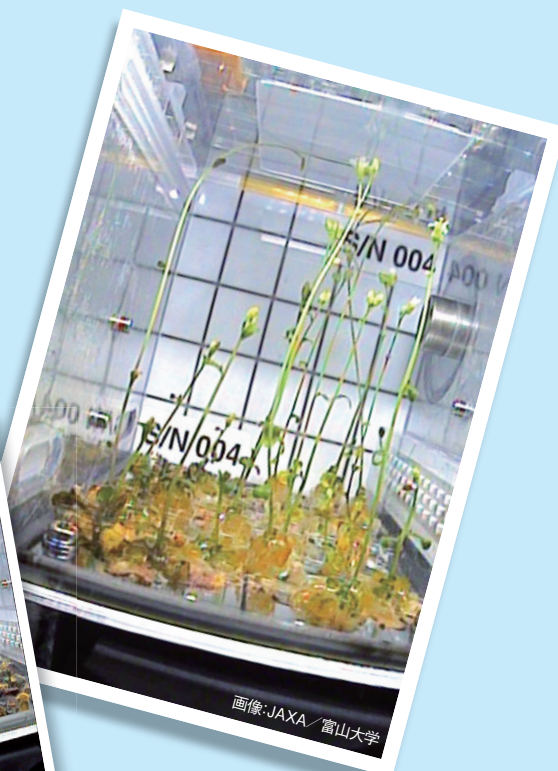
——病気になっても、すぐに地球に帰れませんから、自律的な医療というのが必要ですね。

古川　絶対必要ですね。そこで、先ほどの遠隔診断システムなども活きてくるのです。

——食料はどうなりますか。

古川　最初は今のような宇宙食が使われるでしょうが、やはり自給自足を考えなくてはなりません。例えば、野菜をLEDのライトを使って作るとか。そのようなシステムを作っていく上では、今ISSで行われている植物の生長実験の結果などが役に立つと思います。

——今後の抱負をお聞かせください。

古川　人類が長期間宇宙で過ごす時の健康を守る研究を進めていきますが、同時に、地上への波及効果を考えていきたいと思います。向井千秋宇宙飛行士がよく言っておりますが、「宇宙医学は究極の予防医学」です。無重力環境で体に起こる変化は老化現象によく似ています。それがすごいスピードで起こるので、研究しやすい。そういったことを利用して、例えば骨粗しょう症の予防とか、皆さまの地上での生活を豊かにすることに貢献できればと思っています。

微小重力環境（右）と地上（左）で生育したシロイヌナズナ
シロイヌナズナは、種子から発芽し、次の世代の種子がとれるまでのライフサイクルが短いのと、すべての遺伝情報にあたるゲノムが解読されているため、遺伝子レベルで微小重力の影響を解明できる。将来、宇宙における食料生産のための植物栽培システム構築に役立てられる

フロンティアへの挑戦
産業振興
安全保障 防災

地球の水や生命の謎に挑む「はやぶさ2」ミッション

2014年12月3日、「はやぶさ2」が種子島宇宙センターから打ち上げられました。小惑星1999 JU3にタッチダウンして、サンプルを採取し、地球に持ち帰ることを目指します。インパクタという衝突装置で、小惑星にクレーターを作るというチャレンジも行います。「はやぶさ2」ミッションによって、科学者は何を調べようとしているのでしょうか。「はやぶさ2」が行う科学のまとめ役である名古屋大学大学院環境学研究科のプロジェクトサイエンティストである渡邊誠一郎教授に伺いました。

聞き手：寺門和夫（科学ジャーナリスト）

「はやぶさ2」が目指す3つの目標

――「はやぶさ2」ミッションの科学的な目標は何でしょうか。

渡邊　大きく分けて3つになります。1つ目は、太陽系ができていった歴史を小惑星によって明らかにすること、2つ目は、小惑星の上では物質がどれくらい混じり合い、進化したのか、さらにそれらの物質が、地球に有機物や水をもたらしたのかどうかを明らかにすること、3つ目は、人工的に作ったクレーターなどから、惑星が成長した衝突過程を調べることです。

「インパクタ」により人工的なクレーターができた瞬間の想像図。「はやぶさ2」は小惑星の陰に待避している

――「はやぶさ2」が目的地としている1999 JU3は、C型の小惑星といわれています。どういう小惑星なのでしょうか。

渡邊　地球からの望遠鏡観測と赤外線衛星の観測を比較すると、反射率の高い（可視光で明るい）小惑星と反射率の低い（暗い）小惑星があるのが分かります。明るい小惑星はS型と呼ばれ、「はやぶさ」が訪れたイトカワがそれでした。一方、暗い小惑星がC型です。暗いのは炭素系の物質、すなわち有機物を含んでいるからと考えられています。C型の小惑星は、有機物や水を含んでいる天体と推定されています。

――そのような天体からサンプルを採取して、地球に持って帰ろうというわけですね。

渡邊　小惑星というのは太陽系初期のいろいろな記憶をとどめている天体と考えられています。地球には海があり、そこで生命の進化が起こりました。その材料物質である水や有機物がどこか

フロンティアへの挑戦
産業振興
安全保障 防災

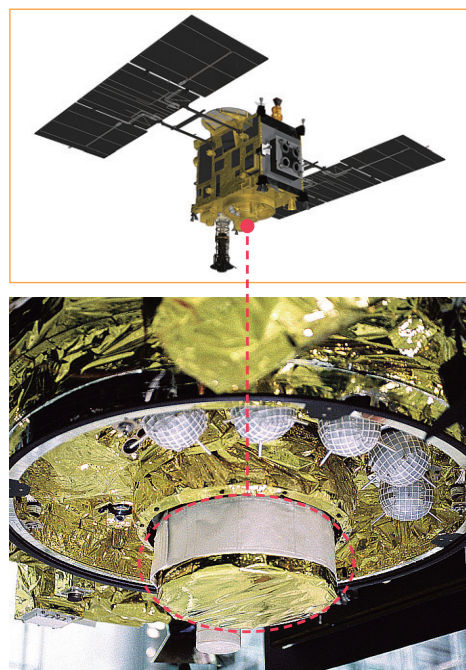
渡邊誠一郎
WATANABE Seiichiro
「はやぶさ2」プロジェクト
サイエンティスト
名古屋大学大学院
環境学研究科　教授

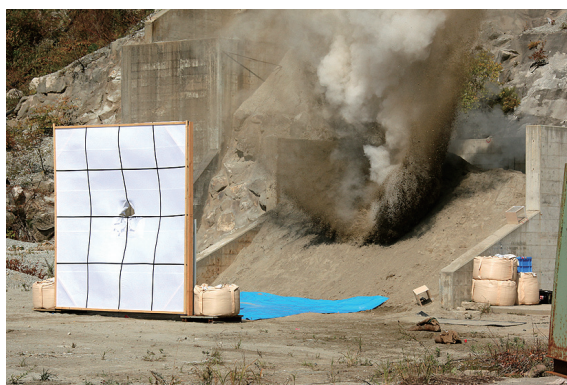
らやってきたかについては、小惑星から運ばれてきたという考え方があります。そうすると、小惑星ではどんな物質がどれくらい作られたのか、それがどのくらい地球に運ばれたのかを調べることが重要になってきます。

――地球の水や生命は、小惑星からもたらされた可能性があるのですね。

渡邊　生まれた直後の地球には、表面の岩石が溶けてマグマの海で覆われていた時代がありました。そうすると、もともと地球に水や有機物があったとしても、蒸発して宇宙空間に逃げたり、変質してしまいます。そういった時代が一段落して、地球が冷えてきた時に、小惑星から水や有機物がやってきて、地球表面のいろいろな環境を決めたのだろうというのが、有力な考え方になっています。

――その材料が小惑星でどう作られたのかは、サンプルを採ってこないと分からないわけですね。

渡邊　地上に落ちてきた隕石は熱による変性を受けています。ですから、小惑星の生の物質を持ち帰って研究したいのです。「C型小惑星は小さな温泉だった」かもしれません。地下に熱い水が流れていて、そこで鉱物と接触した有機物が進化する。温泉に行くと、岩に藻のようなものがついていたりしますね。それと似たものが無生物的に生成されることが小惑星で起こっていた。そういうものが読み取れたらいいなと思っています。

――1999 JU3の表面がどうなっているか、よく分かっていません。「はやぶさ2」の着陸場所はどう決めるのでしょうか。

渡邊　「はやぶさ2」はまず、小惑星の表面にどのような物質が分布しているかを、搭載機器で観測します。表面の地形も詳しく調べます。こうした科学観測を十分に行ってから、安全性にも配慮して着陸場所を決めることになります。小惑星に行ってから、観測をきちんと行い、ベストな場所を選んでタッチダウンして、サンプルを採る。これをまさにリアルタイムで行うことが、このミッションの面白いところでもあり、非常に難しいところでもあります。

「はやぶさ2」搭載の「インパクタ」（右下）
「インパクタ」試験の着弾時の様子（左）

小惑星を調べて太陽系の進化を明らかにする

――インパクタで人工的にクレーターを作り、小惑星内部のサンプルを採取する意義について、教えてください。

渡邊　小惑星表面の物質は、太陽からの光や高エネルギーの粒子の影響を受けています。日焼けのようなものですね。そこで、内部の物質とどのくらい違うのかを知りたいわけです。両方から持ってくることが大事と考えています。

――今回、3回のサンプル採取が計画されています。最初の2回は表面から、そして最後に内部からということになるのでしょうか。

渡邊　状況に応じて判断していかないといけませんが、2回は表面物質を取り、3回目に地下の物質にトライするというのが妥当かと考えています。

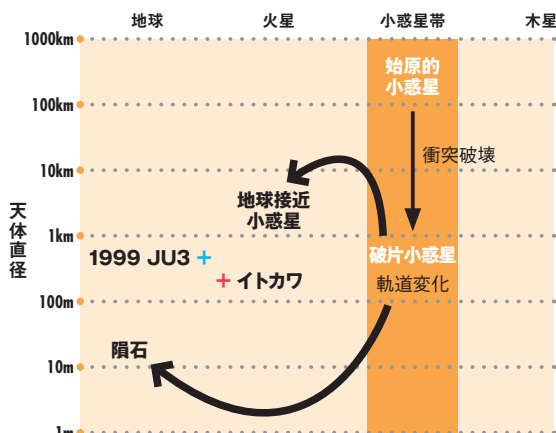
――人工的にクレーターを作ること自体にも意味があるわけですね。

渡邊　はい。インパクタのもう1つ重要な役割は、小惑星の物理的な性質を明らかにしてくれることです。でき上がったクレーターの大きさや深さ、形などによって、天体の特性が分かります。また、惑星は小天体の衝突によってできていったのですが、こうした衝突過程はまだよく分かっていません。これを明らかにするためにも、インパクタは非常に重要な役割を果たすと考えています。

――最後に、小惑星を調べる意義はどこにあるのでしょう。

渡邊　最初にあげた3つの目標は、小惑星について何かを知りたいというよりも、小惑星を通じて惑星の形成であるとか、太陽系の進化を明らかにするためのものです。小惑星探査の結果は、太陽系がどう進化したのかというストーリーの中に位置づけて初めて価値を生むものです。このミッションを、そういう精神でやりたいと思っています。

小惑星帯からの物質供給過程

「はやぶさ」が探査したイトカワや、「はやぶさ2」の目的地1999 JU3は、地球に接近するタイプの小惑星である。小惑星帯の始原的小惑星は衝突で破壊され、破片となった。破片小惑星の一部は木星や土星の重力の影響などによって軌道が変化し、地球接近小惑星になる。また、一部は隕石として地球に落下する。初期の太陽系では、小惑星の落下によって、地球に小惑星帯の物質がもたらされたと考えられている。

松村祐介
MATSUMURA Yusuke
有人宇宙ミッション本部
有人宇宙技術センター
技術領域リーダ

再生水を飲む若田宇宙飛行士ら第19次長期滞在クルー
画像：NASA

消耗品ゼロで高効率にリサイクル

将来の有人探査に向けた新たな水再生システム

生命が生きていく上で欠かせない水は、宇宙空間では調達できません。このため、国際宇宙ステーション（ISS）では、大きく2つの方法によって水を得ています。輸送機で地上から運ぶ方法がありますが、滞在している宇宙飛行士が排出する水分の再利用も、重要な調達手段になっています。JAXAでは、日本が持つ優れた水処理技術をもとに、ISSよりも先の宇宙活動に向けて、より高性能な「水再生システム」を研究しています。

聞き手：山村紳一郎（サイエンスライター）

新たな水再生システムが求められている

――ISSでは以前から汗などの蒸発水の再生利用が行われ、2009年5月からは尿もリサイクルしていると伺っています。なぜ、今新たな水再生システムが必要とされているのでしょうか。

松村　現在のISSにはアメリカとロシアの水再生装置があり、アメリカの装置では尿と凝縮水（空調装置から収集された水）、ロシアの装置では凝縮水の再生を行っています。でも、それだけでは足りないので、定期的に地上からロケットを使って運んでいますが、ISSでの水の使用は大きな制約を受けているのが現状です。

――その現状を改善するために、より優れた水再生システムが求められているのですね。

松村　現在のアメリカの装置は蒸留によるもので、水に熱を加えていったん水蒸気にしてから水に戻しています。この方法だと装置が大きく重い上、電力を大変多く消費します。さらに故障もあって、正常に作動させるためのメンテナンスが大変です。そういった問題に対して新しい技術で応えたいというのが、私たちが今取り組んでいる水再生システムです。

小型・低消費電力・高再生率で飲料水基準を満たすメンテナンスフリーなシステム

――新しいシステムは、具体的にどのような仕組みで処理を行うのでしょうか。

松村　まず第1段階として、イオン交換樹脂を通して尿中のカルシウム成分やマグネシウム成分を取り除きます。次の段階で高温高圧下での電気分解を行うことで有機物を取り除き、さらに電気透析ユニットでイオンを除去します。

――技術的な特徴はどこにありますか。

松村　一般に、水再生システムの基本的な問題として、流路上で炭酸カルシウム、炭酸マグネシウム等が析出し、配管等が詰まってしまうことがあります。これを防ぐためにイオン交換樹脂のよ

消耗品ゼロ、メンテナンスフリーを実現する水再生システムフロー

尿 → イオン交換 → 廃液
イオン交換 → 電気分解 → 水素ガス、二酸化炭素
電気分解 → 気液分離膜 → 電気透析 → 処理水
電気透析 → アルカリ水、酸水 → 濃縮水 → イオン交換

イオン交換
・後工程での目詰まりなどの不具合を防止
・一般的にはイオン交換樹脂の性能限界まで使用したら交換するが、電気透析で生成された酸水、アルカリ水により洗浄し性能を回復(再生)させ、消耗品をゼロに。

電気分解
・電気分解による酸化作用により、原水中の有機物を分解。

電気透析
・イオン交換膜を並べた漕の両端に電圧をかけイオンを移動させることにより、原水中の無機イオン等のイオン性物質を分離。
・廃水として、濃縮された酸水、アルカリ水が発生。

うなフィルターを用いて、これらの成分を除去します。特に、ISSのような微小重力下では、骨から溶け出すなどしたカルシウムが地上生活より多く尿として排出され、それが水再生処理中に析出するために、詰まりやすくなります。通常、これらのフィルターは消耗品であり、定期的な交換が必要ですが、新しいシステムでは、電気透析ユニットで発生したアルカリ水と酸水を使ってイオン交換樹脂を再生させています。この技術により、消耗品がゼロにできるという大きなメリットがあります。

——イオン交換樹脂を洗うことで、長期間使い続けられるのですね。

松村　また、このシステムの中心となる電気分解ユニットにも特徴があります。高効率のダイヤモンド電極を使って流水に電圧をかけ、水の中にある有機物を分解するのですが、この部分は250℃で7MPa（地表大気圧の約70倍）の高温高圧になっています。反応を効果的に促進させるのと同時に、気泡の発生を抑制し、投入電力を効率的に水に伝えるとともに、過剰に水が分解してしまうのを抑えて、再生率を向上させています。

月・惑星探査に採用されるシステムを

——従来のシステムと比べて、どれほどのメリットになるのでしょう。

松村　現在ISSで使用されているシステムと比べて、重量・サイズで4分の1、消費電力は約半分になります。同時に再生率は、現ISSシステムの運用実績を超える90％を目指しています。ISSには6人の宇宙飛行士が滞在しており、1日あたり約18Lの尿と凝縮水が発生しますので、新しい水再生システムを使用した場合、地上から運ぶ水を年間650kg以上削減することができることになります。さらに消耗品もゼロ、メンテナンスフリーとなります。これらは、ISSではもちろん、物資の輸送がISS以上に厳しくなる月や惑星探査ではさらに大きなメリットです。

——難しさはどういう点にありますか。

松村　元になるのが尿ですから、装置に入る原水の成分は一定ではありません。処理量も毎回変わりますので、原水の条件が振れても対応できるよう、実験で最適な条件を導き出し、実際の運用ではあまり制御しないでも性能が発揮できるシンプルでしっかりしたシステムに仕上げていく考えでいます。

——地上への応用の可能性はいかがでしょうか。

松村　一般に地上では、これほどの高再生率は求められませんが、災害地や干ばつ地などでの用途では有用と思います。また、難分解性有機物の高効率な分解という要素技術は、さまざまな応用が考えられると思います。これらの技術は、水処理の専門メーカーである栗田工業株式会社との共同研究の成果がベースにあります。日本の優れた水再生技術を世界にアピールするとともに、新しい科学やエコ技術を生んでいく可能性を持っています。こういった日本ならではの民間技術と宇宙利用のシステム技術、有人ならではの需要をかみ合わせることで、さらなる付加価値を持った装置や技術を開発していきたいと思います。

——今後の展望をお聞かせいただけますか。

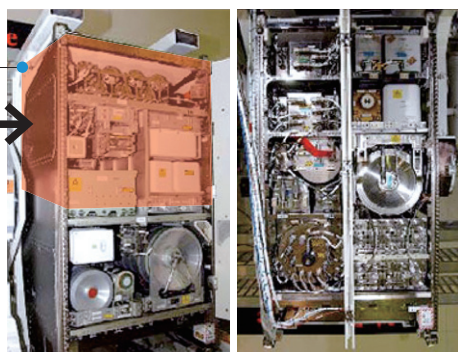
松村　まずは、2016年度に実証システムをISSに送り、テストをする予定で、開発を進めています。将来的には、月や惑星への国際的な有人探査において、水再生システムを日本の技術が担うという夢もあります。

現ISS水再生システムとJAXA水再生システムとの比較

現ISS水再生システムの1/4以下

JAXA水再生システムの目標サイズ

現ISS水再生システム（2ラック）

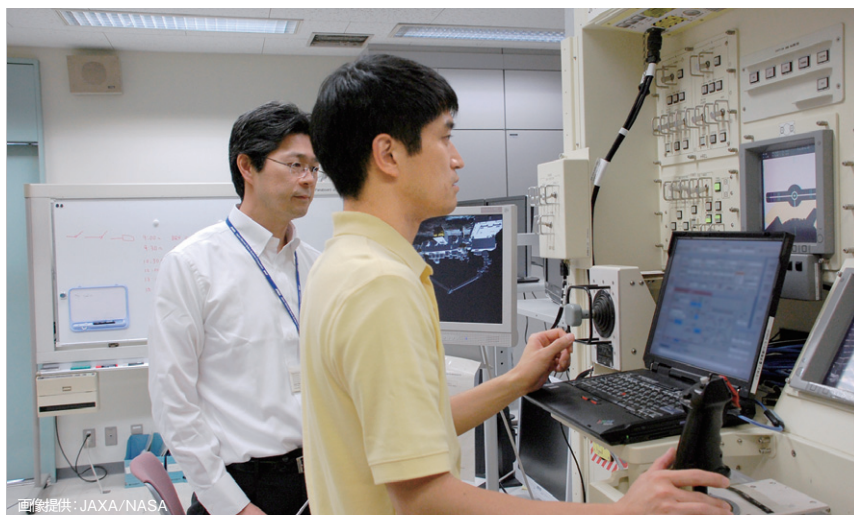
水再生システム（No.1）　（No.2）

画像:NASA

190×98×101cm×2ラック（3.76m³）

- サイズ:JAXA水再生システム(1/2ラック以下)　95×98×101cm(0.94m³)
- 重量:1/4
- 消費電力:約1/2
- 再生率:現ISS装置より高い再生率90%目標
- 地上から運搬する水の量:年間650kg以上削減

チキュウデオモウコト
地球で思ふ事
星出彰彦宇宙飛行士

第3回

宇宙飛行士の訓練

画像提供：JAXA/NASA

「きぼう」ロボットアーム（JEMRMS）シミュレータの訓練を行う大西卓哉宇宙飛行士（右）

さて今回は、前号でご紹介した油井亀美也宇宙飛行士を含めてJAXAの宇宙飛行士が行う訓練について、ご紹介したいと思います。

JAXAはこれまで、5回の選抜試験で11人の宇宙飛行士「候補者」を選定しました。選定後の訓練は、基礎訓練、維持向上訓練、ミッション訓練の順に行います。基礎訓練では、宇宙飛行士として必要な基本的な知識や技量として、国際宇宙ステーション（ISS）などのシステム、さまざまな実験研究の基礎、船外活動やロボットアームの操作などのスキルを集中的に学びます。基礎訓練を終了して初めて「候補者」を卒業し「宇宙飛行士」として認定されます。搭乗するミッションが決まるまでの間には、技術的な支援業務に携わる傍ら、基礎訓練で学んだ知識・技量をさらに向上させるための維持向上訓練を行います。そして、ミッションが決まるとそのミッションに向けた訓練を集中的に行います。宇宙でのミッションが終わり、地球に帰還した後は、それまでの訓練や宇宙での作業について関係者に報告、改善提案などを行い、その後また維持向上訓練、技術業務を行いながら次のミッションに備えます。

例えばISSの訓練では、ISSはどんなものかを学ぶ概要から入り、生命維持や電力、通信や姿勢制御など個別のシステムを理解した後、その操作方法を学びます。そして故障があった場合にどう対処すればいいかを学んだ後、それらのシステムを組み合わせてISS全体としての訓練を積みます。訓練チームがわざと発生させる「故障」に対処することもあります。私が学生時代に親しんだラグビーに例えると、基本となるパスを学び、フォワード、バックスに分かれて練習し、チームとしての紅白戦を行うように、試合に向けて少しずつレベルを上げる作業と似た側面があるかもしれません。

「Train as you fly, fly as you train（実際の宇宙飛行のように訓練し、訓練で学んだように宇宙飛行する）」という言葉を胸に、訓練チームは、どんな故障をどう仕掛ければ、被訓練者が良い「学び」を得られるか考えます。被訓練者は失敗もしますが、そこから学びスキルアップを図ります。実飛行（試合）で判断を求められる地上の管制チームトップのフライトディレクターが「監督」なら、訓練チームは必要な能力を見極めそれを向上させる「コーチ」でしょうか。われわれ宇宙飛行士が安全に宇宙で活動できるのも、優秀な「コーチ陣」のおかげなのです。

By HOSHIDE Akihiko

画像：JAXA/GCTC

星出彰彦宇宙飛行士Twitter
https://twitter.com/Aki_Hoshide/

INFORMATION 1

「はやぶさ」の技術を応用した電力制御技術

小惑星探査機「はやぶさ」では、限られた電力を有効に利用するため、各機器の電力消費を制御して電力消費のピークをカットする技術が用いられました。これを民生用に応用する技術が、新事業促進センターから公開されています。

家庭でこの技術を利用する場合、照明、エアコン、掃除機、IH調理器などの家電機器の電力消費に優先順位をつけ、赤外線などの簡単な通信ネットワークで結んでおきます。これによって消費電力のコントロールが可能になり、省エネが実現できます。この技術はオフィスビルなどにも利用可能です。また、電力会社には供給能力にゆとりを与えることにもなります。さらに、再生可能エネルギーの売買電においては、時々刻々と変わる電力量を制御することで安定した売買電を実現することが可能になります。

「はやぶさ」の電力制御技術を住宅設備の電力制御に活用（イメージ）

●お問い合わせ先
JAXA 新事業促進センター
https://ssl.tksc.jaxa.jp/aerospacebiz/jp/inquiry.html

INFORMATION 2

「はやぶさ2」順調に飛行中

2015年1月28日に報道関係者向けに、昨年打ち上げられた「はやぶさ2」の初期機能確認期間での運用状況について説明会を開催しました。

「はやぶさ2」は打ち上げ後すぐに行う約2日間のクリティカル運用期間※を経て、現在、探査機搭載機器の初期機能確認を実施中です。

搭載しているイオンエンジン4台を1台ずつ試運転し、正常に機能していること、推力が計画通り発生していることが確認されました。イオンエンジン2台による24時間連続の自律運転も実施し、システム全体として機能が正常であることも確認されました。

また、日本の探査機として初めて深宇宙においてKa帯の通信機（平面アンテナ）を使用してのデータ通信を確立しました。これにより大容量のデータ通信が可能になります。

今後は、3月からイオンエンジンの定常運転に入り、12月頃に地球スイングバイを行って、小惑星に向かう軌道に乗り換え、2018年の到着を目指します。

※クリティカル期間
ロケットから探査機が分離した後、探査機の太陽電池パネル等の展開、姿勢制御機能および探査機を追跡管制する地上系設備の機能の確認など、一連の健全性を確立するまでの期間

発行責任者●JAXA（宇宙航空研究開発機構）
広報部長 上垣内茂樹
編集制作●一般財団法人日本宇宙フォーラム
デザイン●Better Days
印刷製本●株式会社ビー・シー・シー

2015年3月1日発行

油井亀美也宇宙飛行士 5月からISS長期滞在へ

国際宇宙ステーション(ISS)第44次/第45次長期滞在クルー
(左から、チェル・リングリン、オレッグ・コノネンコ、油井亀美也宇宙飛行士)

会見を行う油井宇宙飛行士

2015年1月5日、国際宇宙ステーション(ISS)の第44次/第45次長期滞在クルーに任命されている油井宇宙飛行士がJAXAの東京事務所で記者会見を行い、5月から約6カ月間予定されているISS長期滞在で行うミッション概要や今後の訓練予定、また初フライトに向けての自身の抱負を語りました。

油井宇宙飛行士は、ソユーズ宇宙船搭乗の際は、ソユーズコマンダーの補佐役として、非常時にはソユーズを操縦する役割を担う「レフトシーター」を担当します。

滞在中に行うミッション

1 天文学の分野で話題の「ダークマター(暗黒物質)」の発見を試みる高エネルギー電子、ガンマ線観測装置(CALET)の設置・観測
2 長期滞在リスク低減の宇宙医学研究
3 民間利用への拡がりを目指す「超小型衛星放出」
4「きぼう」およびISSシステムの機能維持
5 子ども向け教育実験、リアルタイム交信イベントなど

リアルタイム交信イベント

リアルタイム交信を含めたイベント企画では、一般の方々に宇宙を身近に感じ宇宙への興味・関心を持っていただけるような企画提案を募集いたしました。
(今回の募集は締め切っていますが、募集概要はhttp://www.jaxa.jp/press/2015/01/20150120_yui_j.htmlをご覧ください)

油井宇宙飛行士は、「将来の有人惑星探査を見据えて、次につなげる新たな挑戦をテーマに、さまざまな実験にも積極的に参加していきたい」と語りました。

今後の予定

3月中旬 ● JSC(ヒューストン)での訓練、訓練公開、記者会見
4月上旬 ● ESA(ドイツ・ケルン)での訓練
4月中旬 ● GCTC(ロシアのガガーリン宇宙飛行士訓練センター)での訓練、最終試験、記者会見

今号は、JAXAの航空分野の研究開発に焦点をあてました。宇宙開発の分野はロケットの打ち上げや宇宙飛行士の活躍で注目を集めていますが、航空分野は宇宙に比べて地道な研究開発が多く、JAXAが航空分野の研究開発を行っていることをご存じない方もいらっしゃるかもしれません。海外を見てみても、NASAは宇宙開発で有名ですが、航空機の研究開発も行っています。航空機の研究開発はわれわれが使っている旅客機や救命・防災の活動につながる日常に直結した研究開発です。JAXAの本社はこの航空分野の研究開発を主に行っている調布航空宇宙センターにあります。ぜひ、航空分野にもご注目をお願い致します。
さて、いよいよ4月からJAXAは研究開発法人となります。そこで期待されている役目を果たせるように、JAXAの中でもいろいろと準備を進めております。次号ではその取り組みについてもご紹介させていただきたいと思います。
(広報部長　上垣内茂樹)

●内容についてのご意見・お問い合わせ先
JAXA広報部 (proffice@jaxa.jp)
https://ssl.tksc.jaxa.jp/space/inquiries/index_j.html

●JAXAでは、宇宙航空研究開発のさらなる発展のため寄附金の募集を行っています。ご支援お願いいたします。
http://www.jaxa.jp/about/donations/

『JAXA's』配送サービスをご利用ください。

ご自宅や職場など、ご指定の場所へ『JAXA's』を配送します。本サービスご利用には、配送に要する実費をご負担いただくことになります。2014年度の配送サービスお申し込みは終了しました。2015年度の配送サービスお申し込みの詳細については、JAXAウェブサイト上でお知らせいたします。

R100 古紙パルプ配合率100%再生紙を使用

宇宙航空研究開発機構
Japan Aerospace Exploration Agency

広報部　〒101-8008 東京都千代田区神田駿河台4-6
御茶ノ水ソラシティ
TEL:03-5289-3650　FAX:03-3258-5051

JAXAウェブサイト　http://www.jaxa.jp/
メールサービス　http://fanfun.jaxa.jp/media/mail/